

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-113858

(P2002-113858A)

(43) 公開日 平成14年4月16日 (2002. 4. 16)

(51) Int.Cl.⁷

B 4 1 J 2/045
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テーマコード(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-307846 (P2000-307846)

(22) 出願日 平成12年10月6日 (2000. 10. 6)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 田中 良一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 西田 圭介

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100101236

弁理士 栗原 浩之

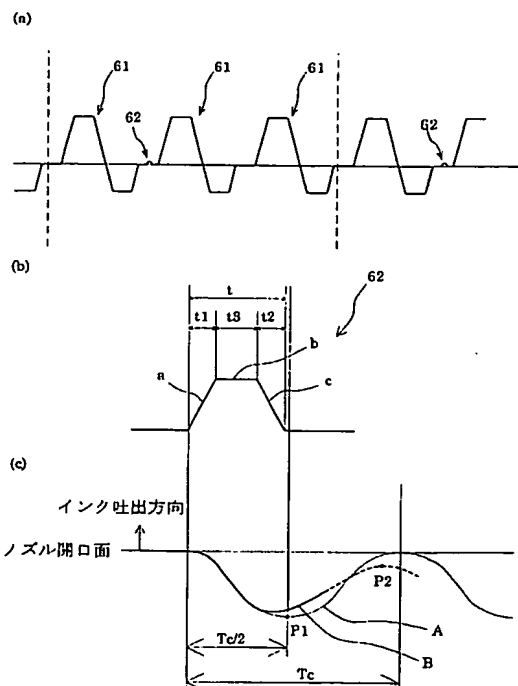
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体噴射装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 インクの増粘及び乾燥を防止し、且つ駆動周波数を向上することのできる液体噴射装置の制御方法を提供する。

【解決手段】 ノズル開口33に連通し周期 T_c のヘルムホルツ振動周波数を備える圧力発生室32と、この圧力発生室32のインクに圧力を付与する圧力発生手段38とを有して当該圧力発生手段38を駆動することによりインク滴を吐出する液体噴射装置の前記圧力発生手段38を駆動することにより、メニスカスに微振動を励起させてノズル開口33近傍のインクを攪拌する液体噴射装置の制御方法において、ノズル開口33からインク滴を吐出させることなく圧力発生室32内のインクに圧力を付与することにより、メニスカスに周期 T_c のヘルムホルツ振動を励起させて前記ノズル開口近傍のインクを攪拌する微振動駆動工程61を具備することにより、インクの増粘及び乾燥を防止し、且つ短時間で微振動駆動工程を実施して高速印刷を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通し周期 T_c のヘルムホルツ振動周波数を備える圧力発生室と該圧力発生室内のインクに圧力を付与する圧力発生手段とを有して当該圧力発生手段を駆動することによりインク滴を吐出する液体噴射装置の前記圧力発生手段を駆動することによりメニスカスに振動を励起させて前記ノズル開口近傍のインクを攪拌する液体噴射装置の制御方法において、前記ノズル開口からインク滴を吐出させることなく前記圧力発生室内のインクに圧力を付与することにより、メニスカスに周期 T_c のヘルムホルツ振動を励起させて前記ノズル開口近傍のインクを攪拌する微振動駆動工程を具備することを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項2】 請求項1において、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクの圧力を増加させる時間及びインクの圧力を減少させる時間のそれぞれが、ヘルムホルツ振動周期 T_c よりも短いことを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項3】 請求項2において、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクの圧力を増加させる時間及びインクの圧力を減少させる時間のそれぞれが、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短いことを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項4】 請求項1～3の何れかにおいて、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクに圧力を増減させて変化させている全体の時間 t が、 $n \times T_c < t < n \times T_c + T_c/2$ (n は整数)であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項5】 請求項4において、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクに圧力を増減させて変化させている全体の時間 t が、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短いことを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項6】 請求項1～5の何れかにおいて、前記微振動駆動工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧が、前記ノズル開口からインク滴を吐出する吐出工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧の $1/5$ 以下であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項7】 請求項1～6の何れかにおいて、前記微振動駆動工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧が、前記ノズル開口からインク滴を吐出する吐出工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧の $1/20$ 以上であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項8】 請求項1～7の何れかにおいて、前記微振動駆動工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧を環境温度に応じて変更することを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項9】 請求項1～8の何れかにおいて、前記微振動駆動工程が、前記ノズル開口からインク滴を吐出する吐出工程中に実行されることを特徴とする液体噴出装

置の制御方法。

【請求項10】 請求項1～9の何れかにおいて、前記微振動駆動工程が、前記ノズル開口からインク滴を吐出する吐出工程でインク滴の吐出が実施されないノズル開口に対してのみ実行されることを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【請求項11】 請求項1～10の何れかにおいて、前記圧力発生手段が、前記圧力発生室の一方面に設けられた振動板上に配設された圧電素子であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ノズル開口と連通する圧力発生室に供給されたインクに圧力を付与してノズル開口からインク滴を吐出するヘッドを具備する液体吐出装置の制御方法に関し、特に、圧力発生室内のインクを圧電素子又は発熱素子を介して加圧することによって、ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液体噴出装置としては、例えば、圧電素子や発熱素子によりインク滴吐出のための圧力を発生させる複数の圧力発生室と、各圧力発生室にインクを供給する共通のリザーバと、各圧力発生室に連通するノズル開口とを備えたインクジェット式記録ヘッドを具備するインクジェット式記録装置があり、このインクジェット式記録装置では、印字信号に対応するノズルと連通した圧力発生室内のインクに吐出エネルギーを印加してノズル開口からインク滴を吐出させる。

【0003】また、このようなインクジェット式記録ヘッドには、前述したように圧力発生手段として圧力発生室内に駆動信号によりジュール熱を発生する抵抗線やバブルジェット（登録商標）式のものと、圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させてノズル開口からインク滴を吐出させる圧電振動式の2種類のものに大別され、また、圧電振動式のインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電素子を使用したものと、たわみ振動モードの圧電素子を使用したものの2種類が実用化されている。

【0004】これらのインクジェット式記録ヘッドでは、インクが充填された、例えば、インクカートリッジ等から、流路を介してインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室にインクが供給され、駆動回路からの駆動信号によって、圧電素子等に所定のタイミングで駆動するエネルギーが与えられることにより、圧力発生室内のインクが加圧されてノズル開口から吐出される。

【0005】また、このようなインクジェット式記録ヘッドでは、周囲の環境温度の変化に伴うインクの温度変化等によりインクの粘度が増加し、ノズル開口の目詰ま

りが発生するという問題がある。そのため、インクを所定の粘度に維持してインク滴を確実に吐出させるために、インク吐出に先立って、メニスカス、すなわち、ノズル開口で露出されたインクの自由表面を、インク滴が吐出しない程度に微振動させる微振動駆動を実行している。これにより、ノズル開口近傍のインクが攪拌され、インクが所定粘度に維持されている。

【0006】また、インクは比較的粘度が上昇しやすいため、この微振動駆動は、インク吐出中であっても所定の間隔で実行することが望ましい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような微振動駆動の信号の長さは、一般的に、連続するインク吐出のための駆動信号の間隔よりも長い。このため、インク吐出中に微振動駆動を実行すると、ヘッドの駆動周波数を下げて駆動信号の間隔を長くしなければならず、吐出スピード（スループット）が低下してしまうという問題がある。また、このような問題は、他の液体噴射装置においても存在する。

【0008】本発明はこのような事情に鑑み、インクの増粘及び乾燥を防止し、且つ駆動周波数を向上することのできる液体噴射装置の制御方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通し周期 T_c のヘルムホルツ振動周波数を備える圧力発生室と該圧力発生室内のインクに圧力を付与する圧力発生手段とを有して当該圧力発生手段を駆動することによりインク滴を吐出する液体噴射装置の前記圧力発生手段を駆動することによりメニスカスに振動を励起させて前記ノズル開口近傍のインクを攪拌する液体噴射装置の制御方法において、前記ノズル開口からインク滴を吐出させることなく前記圧力発生室内のインクに圧力を付与することにより、メニスカスに周期 T_c のヘルムホルツ振動を励起させて前記ノズル開口近傍のインクを攪拌する微振動駆動工程を具備することを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0010】かかる第1の態様では、メニスカスにヘルムホルツ振動を励起させることにより、ノズル開口近傍のインクを短い周期の微振動で確実に攪拌することができる。なお、「メニスカス」とは、ノズル開口で露出されたインクの自由表面を意味する。

【0011】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクの圧力を増加させる時間及びインクの圧力を減少させる時間のそれぞれが、ヘルムホルツ振動周期 T_c よりも短いことを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0012】かかる第2の態様では、メニスカスにヘルムホルツ振動が確実に励起される。

【0013】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクの圧力を増加させる時間及びインクの圧力を減少させる時間のそれぞれが、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短いことを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0014】かかる第3の態様では、メニスカスにヘルムホルツ振動が確実に励起されると共に、この振動による微小インク滴（インクミスト）の吐出が防止される。

10 【0015】本発明の第4の態様は、第1～3の何れかの態様において、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクに圧力を増減させて変化させている全体の時間 t が、 $n \times T_c < t < n \times T_c + T_c / 2$ （ n は整数）であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0016】かかる第4の態様では、メニスカスにヘルムホルツ振動が確実に励起されると共に、この振動によるインクミストの吐出がより確実に防止される。

20 【0017】本発明の第5の態様は、第4の態様において、前記微振動駆動工程では、前記圧力発生室内のインクに圧力を増減させて変化させている全体の時間 t が、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短いことを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0018】かかる第5の態様では、吐出波形の周波数を下げることなく、微振動駆動工程を実行することができる。

30 【0019】本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記微振動駆動工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧が、前記ノズル開口からインク滴を吐出する吐出工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧の $1/5$ 以下であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0020】かかる第6の態様では、微振動駆動によるインクミストの吐出が確実に防止される。

40 【0021】本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記微振動駆動工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧が、前記ノズル開口からインク滴を吐出する吐出工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧の $1/20$ 以上であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0022】かかる第7の態様では、 $1/20$ 以上の駆動電圧で微振動駆動工程を実行することにより、確実にノズル開口近傍のインクを攪拌することができる。

【0023】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記微振動駆動工程で前記圧力発生手段に印加する駆動電圧を、環境温度により変更することを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

50 【0024】かかる第8の態様では、環境温度の変化に応じて、最適な微振動駆動工程を実行することができる。

【0025】本発明の第9の態様は、第1～8の何れかの態様において、前記微振動駆動工程が、前記吐出工程中に実行されることを特徴とする液体噴出装置の制御方法にある。

【0026】かかる第9の態様では、良好なインク吐出特性を保持し且つ高速印刷を実現することができる。

【0027】本発明の第10の態様は、第1～9の何れかの態様において、前記微振動駆動工程が、前記ノズル開口からインク滴を吐出する吐出工程中に実行されることを特徴とする液体噴出装置の制御方法にある。

【0028】かかる第10の態様では、印刷動作中に吐出が実施されないノズルに対して微振動駆動を行うことにより、確実にノズル開口近傍のインクの攪拌が行われ、良好なインク吐出特性を保持し且つ高速印刷を実現することができる。

【0029】本発明の第11の態様は、第1～10の何れかの態様において、前記圧力発生手段が、前記圧力発生室の一方面に設けられた振動板上に配設された圧電素子であることを特徴とする液体噴射装置の制御方法にある。

【0030】かかる第11の態様では、圧電素子を駆動することにより、メニスカスにヘルムホルツ振動が励起される。

【0031】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0032】（実施形態1）図1は、実施形態1に係る液体噴射装置の概略構成を示す図である。本実施形態の液体噴射装置は、例えば、インクジェット式記録装置であり、図1に示すように、プリンタコントローラ11とプリントエンジン12とから概略構成してある。

【0033】プリンタコントローラ11は、外部インターフェース13（以下、外部I/F13という）と、各種データを一時的に記憶するRAM14と、制御プログラム等を記憶したROM15と、CPU等を含んで構成した制御部16と、クロック信号を発生する発振回路17と、インクジェット式記録ヘッド18へ供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生回路19と、駆動信号や印刷データに基づいて展開されたドットパターンデータ（ビットマップデータ）等をプリントエンジン12に送信する内部インターフェース20（以下、内部I/F20という）とを備えている。

【0034】外部I/F13は、例えば、キャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータ等によって構成される印刷データを、図示しないホストコンピュータ等から受信する。また、この外部I/F13を通じてビジ信号（BUSY）やアクノレッジ信号（ACK）が、ホストコンピュータ等に対して出力される。

【0035】RAM14は、受信バッファ21、中間バッファ22、出力バッファ23、及び、図示しないワー

クメモリとして機能する。そして、受信バッファ21は外部I/F13によって受信された印刷データを一時的に記憶し、中間バッファ22は制御部16が変換した中間コードデータを記憶し、出力バッファ23はドットパターンデータを記憶する。なお、このドットパターンデータは、階調データをデコード（翻訳）することにより得られる印字データによって構成してある。

【0036】また、ROM15には、各種データ処理を行わせるための制御プログラム（制御ルーチン）の他に、フォントデータ、グラフィック関数等を記憶させてある。

【0037】制御部16は、受信バッファ21内の印刷データを読み出すと共に、この印刷データを変換して得た中間コードデータを中間バッファ22に記憶させる。また、中間バッファ22から読み出した中間コードデータを解析し、ROM15に記憶させているフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して、中間コードデータをドットパターンデータに展開する。そして、制御部16は、必要な装飾処理を施した後に、この展開したドットパターンデータを出力バッファ23に記憶させる。

【0038】そして、インクジェット式記録ヘッド18の1行分に相当するドットパターンデータが得られたならば、この1行分のドットパターンデータは、内部I/F20を通じてインクジェット式記録ヘッド18に出力される。また、出力バッファ23から1行分のドットパターンデータが出力されると、展開済みの中間コードデータは中間バッファ22から消去され、次の中間コードデータについての展開処理が行われる。

【0039】プリントエンジン12は、インクジェット式記録ヘッド18と、紙送り機構24と、キャリッジ機構25とを含んで構成してある。

【0040】紙送り機構24は、紙送りモータと紙送りローラ等から構成してあり、記録紙等の印刷記憶媒体をインクジェット式記録ヘッド18の記録動作に連動させて順次送り出す。即ち、この紙送り機構24は、印刷記憶媒体を副走査方向に相対移動させる。

【0041】キャリッジ機構25は、インクジェット式記録ヘッド18を搭載可能なキャリッジと、このキャリッジを主走査方向に沿って走行させるキャリッジ駆動部とから構成してあり、キャリッジを走行させることによりインクジェット式記録ヘッド18を主走査方向に移動させる。なお、キャリッジ駆動部は、タイミングベルトを用いたもの等、キャリッジを走行させ得る機構であれば任意の構成を採り得る。

【0042】インクジェット式記録ヘッド18は、副走査方向に沿って多数のノズル開口を有し、ドットパターンデータ等によって規定されるタイミングで各ノズル開口からインク滴を吐出する。

【0043】次に、かかるインクジェット式記録ヘッド18について詳細に説明する。なお、図2は、インクジ

ェット式記録ヘッドの機械的構成を示す図であり、図3は、その電氣的構成を示す図である。

【0044】本実施形態のインクジェット式記録ヘッド18は、いわゆる縦振動型のインクジェット式記録ヘッドであり、図2に示すように、スペーサ31には、圧力発生室32が形成され、スペーサ31の両側は、ノズル開口33を有するノズルプレート34と、振動板35とにより封止されている。また、スペーサ31には、圧力発生室32にインク供給口36を介して連通するリザーバ37が形成されており、リザーバ37には、図示しないインクタンクが接続される。

【0045】一方、振動板35の圧力発生室32とは反対側には、圧電素子38の先端が当接している。圧電素子38は、圧電材料39と、電極形成材料40及び41とを交互にサンドイッチ状に挟んで積層構造になるように構成され、振動に寄与しない不活性領域が固定基板42に固着されている。なお、固定基板42と、振動板35、スペーサ31及びノズルプレート34とは、基台43を介して一体的に固定されている。

【0046】また、このようなインクジェット式記録ヘッド18の圧電素子38には、図示しないフレキシブルケーブルを介して電気信号、例えば、後述する駆動信号(COM)や印字データ(SI)等を供給する。

【0047】このように構成されたインクジェット式記録ヘッド18は、圧電素子38の電極形成材料40及び41に電圧が印加されると、圧電素子38が収縮して振動板35が変位し、圧力発生室32が膨張する。そして、この状態から電圧の印加を解除すると圧力発生室32が収縮し、ノズル開口33からインク滴を吐出させることができる。

【0048】また、このようなインクジェット式記録ヘッドでは、所定のタイミングで、インク滴が吐出されない程度に圧力発生室32内のインクに圧力を付与することによってノズル開口33近傍のインクに振動を励起させる微振動駆動を実行している。これにより、ノズル開口33近傍のインクを攪拌し、このノズル開口33近傍のインクの増粘及び乾燥を防止している。

【0049】本実施形態では、上述したように圧電素子18の駆動により圧力発生室32内のインクに圧力を付与している。すなわち、圧電素子18に電圧を充電することにより圧力発生室32を膨張させて内部のインクの圧力を減少させる。その後、圧電素子18に充電された電圧を放電することにより圧力発生室32を収縮させて内部のインクの圧力を増加させて元の状態に戻す。したがって、圧力発生室32内のインクの圧力を減少させる時間とは、圧電素子18に電圧を充電する時間となり、圧力発生室32内のインクの圧力を増加させる時間とは、圧電素子18に充電した電圧を放電する時間となる。

【0050】なお、この微振動駆動については、詳しく

後述するが、本実施形態では、メニスカスにヘルムホルツ振動周期 T_c の振動を励起させることにより、ノズル開口33近傍のインクを攪拌している。

【0051】次に、このインクジェット式記録ヘッド18の電氣的構成について説明する。

【0052】このインクジェット式記録ヘッド18は、図1に示すように、シフトレジスタ51、ラッチ回路52、レベルシフタ53、スイッチ54及び圧電素子38等を備えている。さらに、図3に示すように、これらのシフトレジスタ51、ラッチ回路52、レベルシフタ53、スイッチ54及び圧電素子38は、それぞれ、インクジェット式記録ヘッド18の各ノズル開口33毎に設けたシフトレジスタ素子51A~51N、ラッチ素子52A~52N、レベルシフタ素子53A~53N、スイッチ素子54A~54N、圧電素子38A~38Nから構成してあり、シフトレジスタ51、ラッチ回路52、レベルシフタ53、スイッチ54、圧電素子38の順で電氣的に接続してある。

【0053】なお、これらのシフトレジスタ51、ラッチ回路52、レベルシフタ53及びスイッチ54は、駆動信号発生回路19が発生した吐出駆動信号や微振動駆動信号から駆動パルスを生成する。ここで、駆動パルスとは実際に圧電素子38に印加される印加パルスのことである。

【0054】次に、このような電氣的構成を有するインクジェット式記録ヘッド18の制御について説明する。まず、圧電素子38に駆動パルスを印加する手順について説明する。

【0055】ここで、本実施形態では、印刷実行中に微振動駆動を実行しているが、この微振動駆動は、例えば、インク滴を吐出しないノズル開口33に対応して実行される。

【0056】また、この微振動駆動時の駆動パルスの印加手順とインク吐出時の駆動パルスの印加手順とは、インク攪拌時には微振動駆動信号を駆動パルスとして圧電素子38に印加し、インク吐出時には吐出駆動信号に基づいて生成した駆動パルスを圧電素子38に印加する点で相違するが、基本的には同じ手順である。このため、以下の説明では、インク吐出時における手順を例に挙げる。

【0057】上述したような電氣的構成を有するインクジェット式記録ヘッド18では、図4に示すように、最初に発振回路17からのクロック信号(CK)に同期して、ドットパターンデータを構成する印字データ(SI)が出力バッファ23からシフトレジスタ51へシリアル伝送され、順次セットされる。この場合、まず、全ノズル開口33の印字データにおける最上位ビットのデータがシリアル伝送され、この最上位ビットのデータシリアル伝送が終了したならば、上位から2番目のビットのデータがシリアル伝送される。以下同様に、下位ビッ

トのデータが順次シリアル伝送される。

【0058】そして、当該ビットの印字データが全ノズル分シフトレジスタ素子51A～51Nにセットされたならば、制御部16は、所定のタイミングでラッチ回路52へラッチ信号(LAT)を出力させる。このラッチ信号により、ラッチ回路52は、シフトレジスタ51にセットされた印字データをラッチする。このラッチ回路52がラッチした印字データ(LATout)は、電圧増幅器であるレベルシフタ53に印加される。このレベルシフタ53は、印字データが例えば「1」の場合に、スイッチ54が駆動可能な電圧値、例えば、数十ボルトまでこの印字データを昇圧する。そして、この昇圧された印字データはスイッチ素子54A～54Nに印加され、スイッチ素子54A～54Nは、当該印字データにより接続状態になる。

【0059】そして、各スイッチ素子54A～54Nには、駆動信号発生回路19が発生した吐出駆動信号(COM)も印加されており、スイッチ素子54A～54Nが接続状態になると、このスイッチ素子54A～54Nに接続された圧電素子38A～38Nに吐出駆動信号が印加される。

【0060】このように、例示したインクジェット式記録ヘッド18では、印字データによって圧電素子38に吐出駆動信号を印加するか否かを制御することができる。例えば、印字データが「1」の期間においてはラッチ信号(LAT)によりスイッチ54が接続状態となるので、駆動信号(COMout)を圧電素子38に供給することができ、この供給された駆動信号(COMout)により圧電素子38が変位(変形)する。また、印字データが「0」の期間においてはスイッチ54が非接続状態となるので、圧電素子38への駆動信号の供給は遮断される。なお、この印字データが「0」の期間において、各圧電素子38は直前の電荷を保持するので、直前の変位状態が維持される。

【0061】したがって、吐出駆動信号を複数のパルスによって構成した場合には、パルス毎に印字データを設定し、この印字データの「1」、「0」を選択することにより、複数種類の駆動パルスが生成され、この駆動パルスによって異なる大きさのインク滴を吐出させることができる。

【0062】なお、図4には示していないが、基本駆動信号(COM)は、吐出駆動信号と微振動駆動信号とで構成されており、印字データによって吐出駆動又は微振動駆動が選択的に実行される。すなわち、吐出駆動信号部分の印字データが「1」である場合には、上述したようにノズル開口からインク滴が吐出され、吐出駆動信号部分の印字データが「0」である場合に、微振動駆動部分の印字データに「1」がセットされる。そして、この微振動駆動信号が駆動パルスとして圧電素子に印加され、圧電素子38が変形してメニスカスが振動する。

【0063】以下に、このような駆動信号、特にインクを攪拌させるための微振動駆動信号について詳しく説明する。なお、図5(a)は、本実施形態の一実施形態に係る駆動信号の波形形状を示す図であり、(b)は、微振動駆動信号の波形形状の拡大図であり、(c)は、ヘルムホルツ振動によるノズル開口面に対するメニスカスの位置を表す波形を示す図である。

【0064】本実施形態に係る駆動信号は、図5(a)に示すように、インク滴を吐出させるための吐出駆動信号である吐出駆動工程61と、ノズル開口33近傍のインクを攪拌するための微振動駆動信号である微振動駆動工程62とからなり、本実施形態では、3つの吐出駆動工程に対して1つの微振動駆動工程という組み合わせで駆動信号が構成されている。勿論、各吐出駆動工程毎に微振動駆動工程を設けるようにしてもよい。

【0065】ここで、微振動駆動工程62の時間tは、図5(b)に示すように、ヘルムホルツ振動周期Tcの1/2よりも短いため、微振動駆動工程62は、実質的に1つの吐出駆動工程61中に実行されることになる。したがって、印刷実行中に微振動駆動を実行しても印刷速度を低下させることがない。なお、ここでいう微振動駆動工程62の時間とは、具体的には、圧電素子38の駆動により圧力発生室32内のインクの圧力を増減させて変化させている全体の時間を意味する。

【0066】また、この微振動駆動工程62は、圧電素子38に電圧を充電して圧力発生室32を膨張させる膨張工程aと、圧電素子38に充電された電圧を保持するホールド工程bと、圧電素子38に充電された電圧を放電して圧力発生室32を収縮させる収縮工程cとからなり、且つメニスカ스에ヘルムホルツ振動を励起させることができるように設定されている。すなわち、膨張工程aの時間t1及び収縮工程cの時間t2が、ヘルムホルツ振動周期Tcよりも短くなるように設定されている。また、少なくともこの膨張工程aの時間t1はヘルムホルツ振動周期Tcの1/2よりも短いことが好ましい。本実施形態では、微振動駆動工程62の時間tがヘルムホルツ振動周期Tcの1/2よりも短くなるように設定し、且つ膨張工程aの時間t1と、収縮工程cの時間t2とのそれぞれが、ヘルムホルツ振動周期Tcよりも短くなるように設定している。

【0067】このような微振動工程を実行することにより、メニスカス全体がノズル内で移動することなく、メニスカスにはヘルムホルツ振動が確実に励起される。また、この比較的短い周期の信号である微振動駆動工程62によってメニスカスに励起されたヘルムホルツ振動によってノズル開口33近傍のインクを攪拌することにより、効率的にインクを攪拌して増粘及び乾燥を防止することができる。

【0068】また、この微振動駆動工程62における圧電素子38の駆動では、ノズル開口33から微小インク

滴（インクミスト）が吐出されることがない。上述したように、本実施形態では、微振動駆動工程62の時間 t が、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短い。ため、メニスカス全体がノズル内で移動することがなく、図5(c)の波形Aで表されるように、メニスカスにはヘルムホルツ振動が励起されることになる。

【0069】また、本実施形態では、微振動駆動工程62の時間 t が、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短いため、当然、微振動駆動工程62の膨張工程a及びホールド工程bの時間($t_1 + t_3$)も、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短い。したがって、膨張工程aによる圧電素子38の駆動によってメニスカスがノズル開口の圧力発生室側（インク吐出方向とは反対方向）に移動している間に、すなわち、メニスカスが圧力発生室側のピークP1に達する前に収縮工程cが実行される。このため、収縮工程cによる圧電素子38の駆動によってインク吐出方向に働く力は、膨張工程aによってインク吐出方向とは反対方向に働く力によってその一部が打ち消されることになる。したがって、インク吐出方向に働く力は弱められ、図5(c)の波形Bで表されるように、その傾斜は波形Aよりもなだらかになり、メニスカスのノズル開口側のピークP2がノズル開口面を越えることない。したがって、ノズル開口33からインク滴が吐出されることはない。

【0070】一方、微振動駆動工程62の時間 t がヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも長い場合には、例えば、図6(a)に示すように、微振動駆動工程62の膨張工程a及びホールド工程bの時間($t_1 + t_3$)が、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも長い場合には、膨張工程aによる圧電素子38の駆動によってメニスカスがインク吐出方向に移動し始めてから、すなわち、メニスカスが圧力発生室側のピークP3を過ぎて、インク吐出方向に移動し始めてから収縮工程cが実行されることになる。この場合には、メニスカスがインク吐出方向へ移動する力が増幅されることになり、図6

(b)の波形Cのように、その傾斜が波形Aよりも急峻となり、メニスカスのノズル開口33側のピークP4がノズル開口面を越えてしまう。このため、ノズル開口33からインクミストが吐出される虞がある。

【0071】なお、実際には、膨張工程aの時間 t_1 が、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短ければ、微振動駆動工程62の時間 t は、 $n \times T_c < t < n \times T_c + T_c/2$ (n は整数)の関係を満たす長さであればインクミストの吐出を防止することができるが、ヘッドの高速化を考慮すれば、微振動駆動工程62の時間 t はより短い方が好ましい。すなわち、各吐出駆動工程61の間隔を長くすることなく、実質的に1つの吐出駆動工程61中に実行できる程度の短い信号とするのが望ましい。したがって、微振動駆動工程62の時間 t は、ヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ よりも短くするのが

好適である。

【0072】また、微振動駆動工程62において圧電素子に印加する電圧（微振動駆動電圧）は、吐出駆動工程61において圧電素子に印加する電圧（吐出駆動電圧）の $1/5$ 以下（20%以下）とするのが好ましく、本実施形態では、微振動駆動電圧を吐出駆動電圧の10%程度とした。これにより、微振動駆動工程62によってインクミストが吐出されるのを防止することができる。さらに、従来の微振動駆動電圧が、吐出駆動電圧の40%程度であるのに対して、本実施形態では、20%以下と大幅に低減することができ、これにより、コストを低減することができる。なお、メニスカスの増粘や乾燥を防ぐ微振動としての効果を得るためには吐出電圧の $1/20$ 以上（5%以上）の電圧で駆動するのが好ましい。

【0073】以上説明したように、本実施形態では、微振動駆動工程62の時間をヘルムホルツ振動 T_c の $1/2$ より短くして、メニスカスにヘルムホルツ振動を励起させ、このヘルムホルツ振動によってノズル開口近傍のインクを攪拌するようにした。これにより、ノズル開口33近傍のインクの増粘及び乾燥を確実に防止することができると共に、短時間でノズル開口33近傍のインクを攪拌することができる。したがって、インク滴を吐出するための吐出駆動工程61の間隔を広げることなく、実質的に、微振動駆動工程62を一つの吐出駆動工程61中に実行することができるため、ヘッドの駆動周波数を上げることができる。

【0074】また、微振動駆動電圧を従来のものよりも低く抑えて同等の攪拌効果を得ることができるため、コストを低減することができる。

【0075】なお、このような本実施形態に係る微振動駆動工程に対して、従来の微振動駆動工程162は、図7に示すように、膨張工程a1の時間 t_4 及び収縮工程c1の時間 t_5 が、それぞれヘルムホルツ振動周期 T_c と略同一の長さを有し、この微振動駆動工程162によってメニスカス表面はノズル内で上下に移動する。このような微振動駆動工程162は、各工程の時間が比較的長い。ため、実質的に吐出駆動工程161中の吐出タイミングを変えることなく微振動駆動工程162をに実行するのは困難であり、駆動周波数を下げなければならない。

【0076】ここで、ヘルムホルツ振動周期 $T_c = 7.5 \mu s$ 程度のヘッドを用いた場合、具体的には、膨張工程aの時間 t_1 を $1 \mu s$ 、ホールド工程bの時間 t_3 を $1.5 \mu s$ 、収縮工程cの時間 t_2 を $1 \mu s$ として、微振動駆動工程全体の時間 t を $3.5 \mu s$ 程度とすることにより、良好な微振動駆動を実行することができる。これに対して、従来の微振動駆動工程では、膨張工程a1の時間 t_4 が $8 \mu s$ 、ホールド工程b1の時間 t_6 が $2 \mu s$ 、収縮工程c1の時間 t_5 が $8 \mu s$ 程度必要であり、微振動駆動工程全体の時間 t_7 としては約 $18 \mu s$

必要となる。すなわち、本実施形態の微振動駆動工程は、従来の微振動駆動工程と比較して、その時間を1/5程度に短縮することができるため、駆動周波数を上げることができる。

【0077】（他の実施形態）以上説明したインクジェット式記録ヘッドでは、圧電素子に電圧を印加することにより、圧力発生室を膨張させるものを例示したが、これに限定されず、圧電素子に電圧を印加することにより、圧力発生室を収縮させるインクジェット式記録ヘッドにも本発明の制御方法を適用することができる。

【0078】このような構造のインクジェット式記録ヘッドの一例を図8に示す。図8に示すインクジェット式記録ヘッドは、図2の圧電素子38の替わりに圧電素子138を有する以外は同様な構造を有する。圧電素子138は、振動板の圧力発生室32とは反対側に、圧電材料139と電極形成材料140及び141とを交互にサンドイッチ状に挟んで積層構造になるように構成され、振動に寄与しない不活性領域が固定基板32に固着されたものである。したがって、圧電素子138の電極形成材料140及び141に電圧が印加されると、圧電素子38がノズルプレート34側に伸張するから、振動板35が変位し、圧力発生室32の容積が圧縮される。例えば、予め電圧を30V印加した状態から電圧を除去し、圧電素子138を収縮させてインクをリザーバ37からインク供給口36を介して圧力発生室32に流れ込ませることができる。その後、電圧を印加することにより圧電素子38が伸張し、振動板35が変形することにより圧力発生室32が収縮してノズル開口33からインク滴が吐出される。したがって、上述した制御方法の膨張及び収縮の際の電圧の充電及び放電を逆に行うことにより、同様な制御方法を実施することができる。

【0079】なお、このような本実施形態では、膨張工程において、圧電素子138に電圧を充電して圧力発生室132内のインクの圧力を増加させ、収縮工程において、圧電素子138に充電された電圧を放電して圧力発生室132内のインクの圧力を減少させる。

【0080】また、例えば、上述した実施形態の微振動駆動工程において、環境温度に応じて圧電素子印加する駆動電圧を適宜調整するようにしてもよい。具体的には、インク粘度が比較的低い高温環境では、比較的弱い振動でよいため駆動電圧を下げるように調整し、一方、インク粘度が比較的高い低温環境では、比較的強い振動

が必要なため駆動電圧を上げるように調整することにより、常に最適な微振動効果を得ることができる。

【0081】さらに、本発明の駆動方法を実現できるインクジェット式記録ヘッドの構造は、縦振動型のインクジェット式記録ヘッドに限定されず、例えば、たわみ振動型のインクジェット式記録ヘッド、あるいはバブルジェット式のインクジェット式記録ヘッド等、種々の構造の液体噴射装置にも適用することができる。

【0082】

10 【発明の効果】以上説明したように本発明では、ノズル開口からインクを吐出させることなく圧力発生室のインクに圧力を付与してメニスカスにヘルムホルツ振動を励起させてインクを微振動させることにより、ノズル開口近傍のインクを攪拌するようにした。これにより、短時間でノズル開口近傍のインクを確実に攪拌することができ、ノズル開口近傍のインクの増粘及び乾燥を防止できると共に、ヘッドの駆動周波数を上げて高速印刷を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図3】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの回路構成を示す回路図である。

【図4】本発明の実施形態1に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。

【図5】本発明の実施形態1に係る駆動信号及び微振動駆動信号の一例を説明する概略図である。

30 【図6】本発明の実施形態1に係る微振動駆動信号と比較する微振動駆動信号を説明する概略図である。

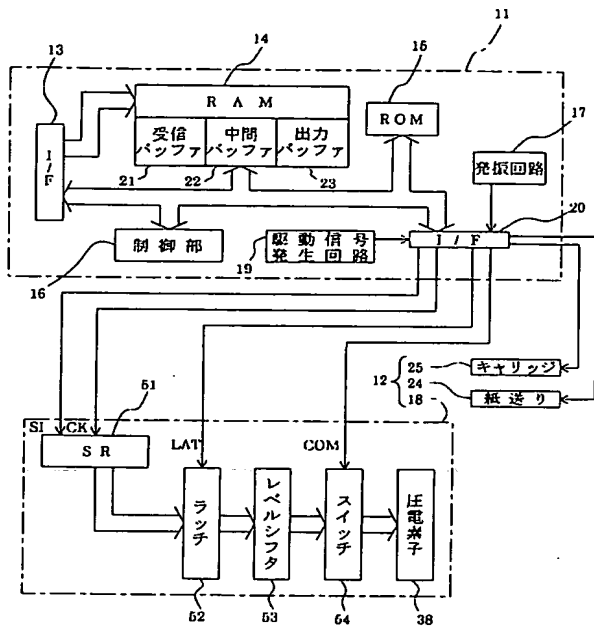
【図7】従来の駆動信号及び微振動駆動信号を説明する概略図である。

【図8】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの例を示す断面図である。

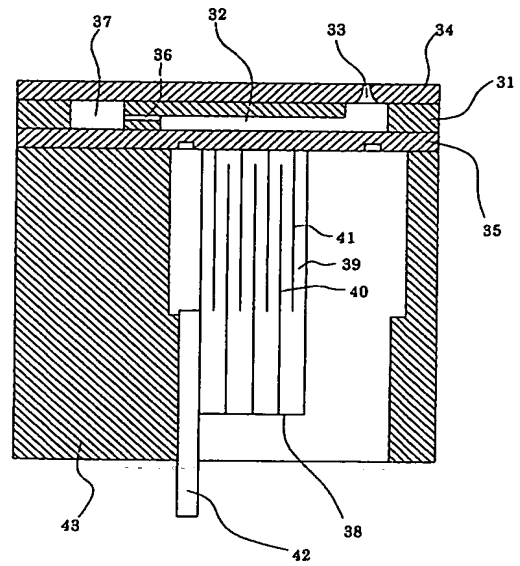
【符号の説明】

- 31 スペーサ
- 32 圧力発生室
- 34 ノズルプレート
- 35 振動板
- 38 圧電素子

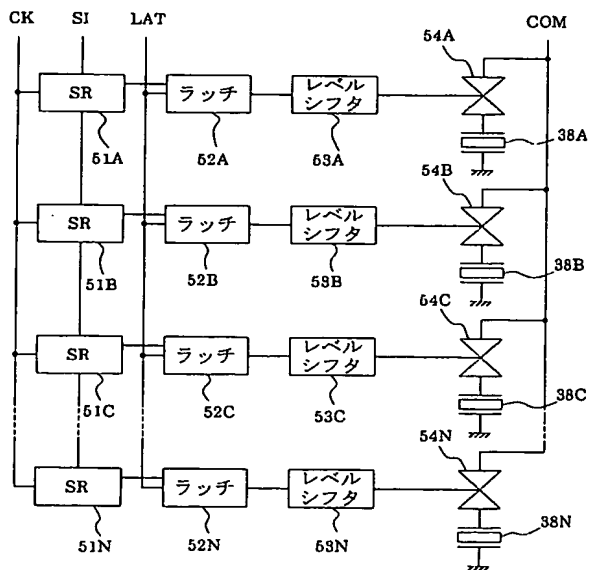
【図1】



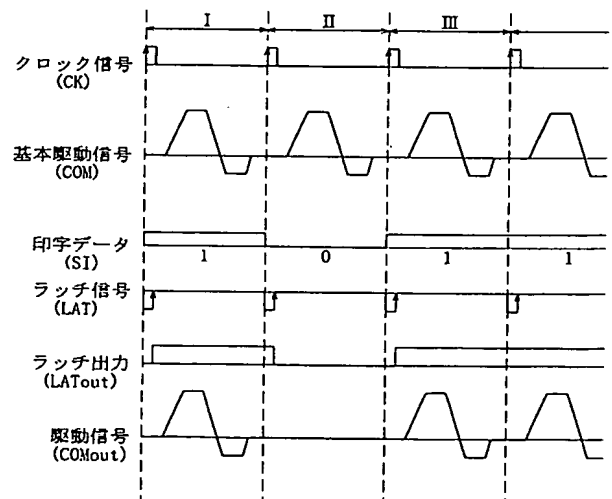
【図2】



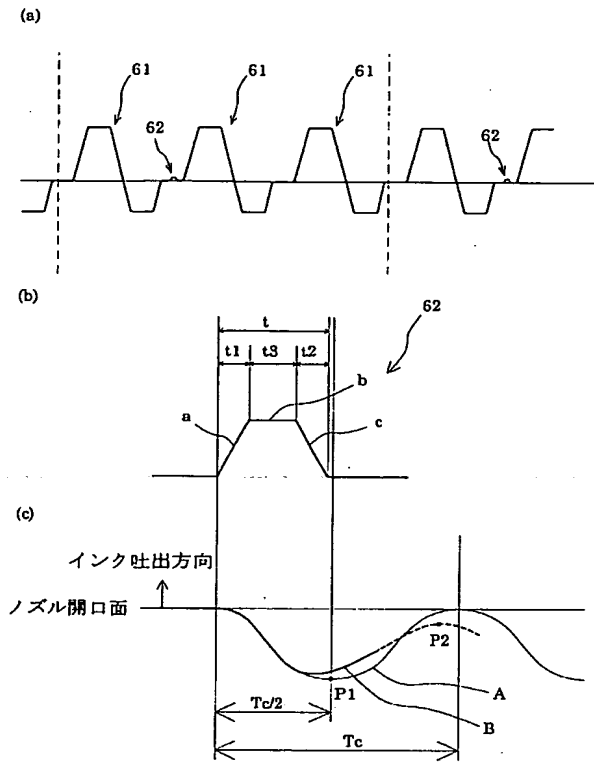
【図3】



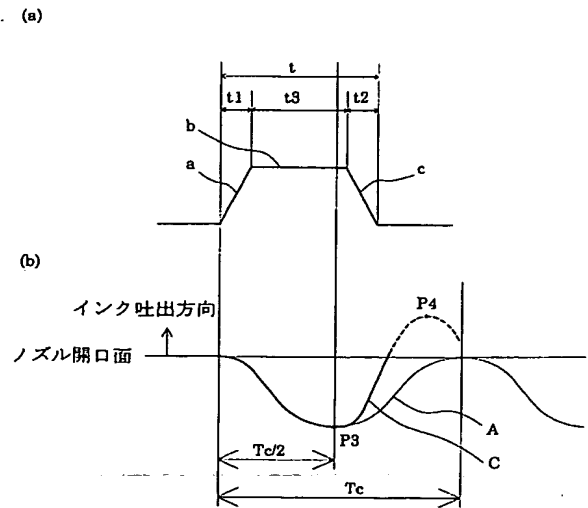
【図4】



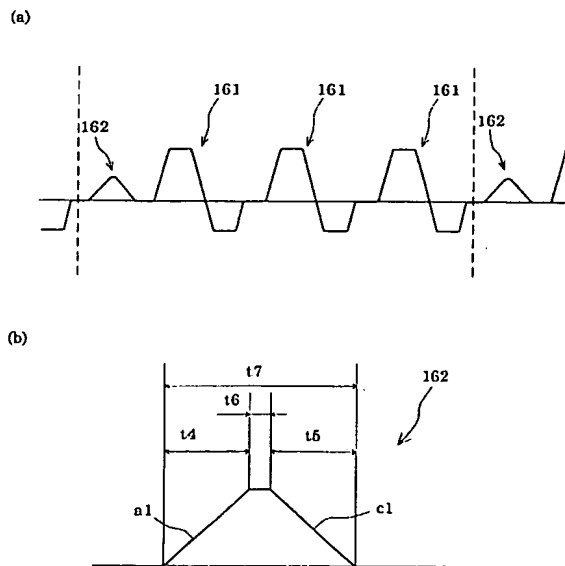
【図5】



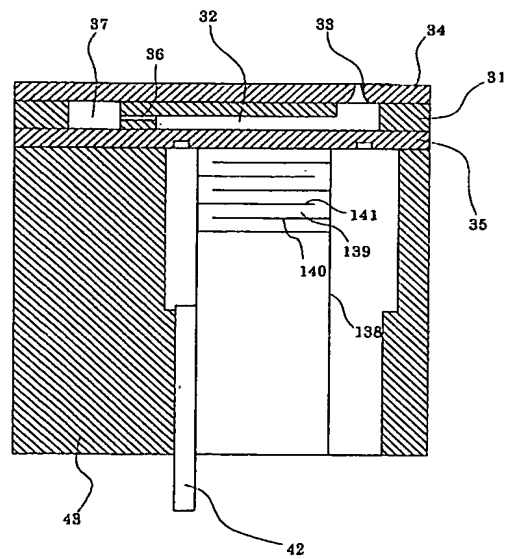
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷井 宏宣
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

F ターム(参考) 2C057 AF02 AF74 AG12 AL26 AM16
AR06 AR07 BA04 BA14